

단어 명명 과제에서 나타난 빈도 효과: 단어처리 인지모형 분석

주혜리¹⁾ 이다정²⁾ 고성룡¹⁾²⁾

¹⁾서울대학교 인지과학협동과정 ²⁾서울대학교 심리학과

이 연구는 이중 경로 가설과 단어 빈도가 높을수록 단어 명명 속도가 빨라진다는 이전 연구를 기반으로 하여 단어 명명 과제를 통해 단어 빈도 효과를 관찰하고자 했다. 또한 이 연구에서는 주혜리와 고성룡(2021)이 소개한 단일경계 확산모형을 사용하여 단어 명명 과제에서 얻은 데이터를 분석하여 모델의 특정 파라미터와의 관련성을 확인하고자 했다. 실험 결과에서는 고빈도 단어 조건에서 저빈도 단어 조건보다 단어를 더 빠르게 명명하는 반응 시간이 나타났다. 단어 명명 과제에서 얻은 데이터를 분포 분석하고 단일경계 확산모형에 넣어 실행한 결과, 단어 빈도 차이가 정보표집율 파라미터의 차이로 설명될 수 있었다. 실험 결과를 바탕으로 단일경계 확산모형이 단어 명명 과제의 단어 처리 과정을 정보표집율 파라미터로 설명할 수 있으며, 모형이 이중경계이나 파라미터의 변동성 가정과 관계없이 언어 처리 현상을 설명하고 개인의 언어 처리 능력을 예측할 수 있는 유용한 도구임을 재확인하였다.

주제어 : 단어 처리, 단어 명명 과제, 단일경계 확산모형, 확산모형, 인지모형

언어 처리 과정은 복잡한 인지 메커니즘이며 언어 처리를 이해하기 위한 다양한 시도들이 있었다(Coltheart et al., 1993; Marcel, 1983; Seidenberg와 McClelland, 1989 등). 그 중 이중 경로 가설(dual route hypothesis)은 언어 처리 및 인지 심리학에서 중요한 이론이다. McClelland과 Rumelhart (1981)는 상호작용 활성화 모형(interactive activation model)을 제안하고 단어 인식(word recognition) 과정이 직접 경로(direct route)와 간접 경로(indirect route)의 상호작용으로 이루어진다고 설명했다. 직접 경로는 언어 처리 과정에서 자주 사용되어 자동화된 경로로, 단어의 철자나 발음에서 바로 의미의 이해로 연결시킨다. 간접 경로는 직접 경로보다 조금 더 복잡하고 인지적인 노력이 필요한 낯선 단어나 이해하기 어려운 발음 구조를 가진 단어를 처리한 경우 사용되며 문법적인 규칙과 맥락 혹은 시각적/음운적 정보를 활용한다. 이 두 경로는 서로 독립적이지 않고 상호 작용하여 언어를 처리한다. 이중 경로 가설은 언어 처리가 다양한 인지 과정과 규칙적인 메커니즘의 복합적 상호작용으로 이루어짐을 강조한다(Seidenberg와 McClelland, 1989). 본 연구는 이중 경로 가설을 바탕으로 단어 친숙도(word familiarity)에 따른 처리 과정을 단어 명명 과제(word naming task)를 통해 알아보려고 했다. 나아가 단어 명명 과제의 결과를 단일경계 확산모형(one boundary diffusion model)으로 분석하여 모형의 한 파라미터(parameter)가 단어 성질에 따른 명명 반응 시간의 차이를 설명할 수 있는지 확인하고자 했다.

단어 인식과 단어 명명 과제

우리는 세 가지 정보 유형인 철자(orthography), 소리(phonology), 의미(semantics)를 통해 단어 인식을 한다(Masson, 1995; Plaut, McClelland, Seidenberg, & Patterson, 1996; Van Orden & Goldinger, 1994). 그리고 단어 철자와 소리의 매핑(mapping)이 얼마나 견고하게 연결되어 있는지가 단어의 처리 속도에 영향을 미친다고 알려져 있다. 단어 철자가 소리와 매핑이 얼마나 견고하게 연결되어 있는지는 철자 패턴에 대한 가능한 발음 수와 관련 있다. 예를 들어 _uck 형태와 같이 한 가지 발음만 있다면 이는 견고하게 매핑된 것이고(예: luck, buck, duck), _ear 형태처럼 몇 가지로 발음이 가능하다면 견고하다고 볼 수 없다(예: great, sweat, beat). 많은 선행연구들은 단어 명명 과제와 어휘 판단(lexical decision) 과제 등의 다양한 실험을 통해 철자와 소리 매핑의 불일치가 단어 명명을 방해하고 처리 속도를 지연시키며 단어 인식에서 철자와 소리의 중요성을 보여주었다(Glushko, 1979; Stone, Vanhoy, & Van Orden, 1997; Tarraban & McClelland, 1987; Ziegler, Montant, & Jacobs, 1997 등). 대표적인 단어 명명과제를 실험도구로 사용한 연구를 살펴보면, Van Orden와 Goldinger(1994)은 단어 명명 과제를 통해 단어의 철자와 소리의 상관관계는 철자와 의미 그리고 소리와 의미 보다 더 높음을 보이며 단어 인식에서 철자와 소리의 중요성을 강조했다. Spieler와 Balota(1997)은 성인들을 대상으로 한 단어 명명 실험을 통해 긴 단어가 짧은 단어보다 반응시간이 길게 나타나며 단어 길이가 단어 명명에 영향을 준다는 것을 확인하였다. 그밖에 단어의 첫

음소의 조음 특징이 단어 명명 시간에 영향을 미치는 중요한 변인이며 실험을 통해 단어 발음에서 첫 음소의 중요성을 강조한 선행 연구들도 있다(Balota et al., 2004; Bonin et al., 2004; Cortese & Khanna, 2007). 한국어 연구로는 이광오(1993)가 단어 명명 과제를 통해 한 글자 단어의 빈도(word frequency)를 통제하여 실험한 결과, 고빈도 조건이 저빈도 조건보다 반응 시간이 빠르게 나타났다.

읽기에 영향을 주는 변인

글을 이해하는 것은 시각적인 정보를 처리하여 기억 속 응집된 심상표상을 형성하는 과정이다(이정모 등, 1998). 글의 심상표상 형성은 문장의 표층적인 통사구조를 파악하고 명제망에서 의미구조를 파악하는 과정을 거쳐 이루어진다. 그래서 단어를 파악하고, 의미에 접근하는 하위 단계 처리는 글을 이해하는 과정에서 기본이며 단어 처리 능력은 글 이해 능력에 영향을 미치는 중요한 요인이다(Adams, 1990, 1994; Balota et al., 2006; Daneman, 1991; Juell, 1991; Lovett et al., 1990; Stanovich, 1986, 1991).

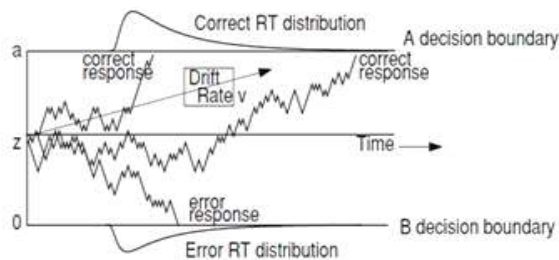
글 읽기에 영향을 주는 변인은 표면적인 단어의 길이(length) 그리고 단어의 철자와 소리의 견고성(spelling-sound consistency)이 있다(Balota et al., 2006 참고). Rayner와 McConkie(1976)는 단어의 길이가 짧으면 눈이 25%만 고정하고, 여덟 자(letter) 이상의 단어는 보통 한번 이상 고정함을 관찰했다. 글 읽기에 영향을 주는 다른 요인으로는 독자와 단어의 관계나 경험을 반영하는 객관적 빈도, 주관적 친숙도, 단어습득연령(age of acquisition) 등이 있다. 그중 단어의 빈도는 다양한 실험 방법을 통해 단어 인식과 단어 처리 과정에서 중요한 요인임이 확인되었다(단어 명명 과제: Brown & Watson, 1987; Gerhand & Barry, 1998; Morrison & Ellis, 1995, 어휘 판단 과제: Morrison & Ellis, 2000, 안구운동 추적 글 읽기: Juhasz & Rayner, 2003, 2006; Rayner, 1998; 주혜리와 고성룡, 2020; 2021). 또한 단어의 빈도는 한 단어가 갖는 시각적 정보를 음운적 결과물로 발음하는데 영향을 미치기 때문에 단어 명명 과제에서도 명명 잠재기(naming latency)에 영향을 주어 빈도가 높은 단어일수록 더 빠르게 발음할 수 있다(Balota & Abrams, 1995; Balota & Chumbley, 1985 등).

확산모형과 단일경계 확산모형

최근 E-Z Reader모형(Pollatsek et al., 2006)과 SWIFT모형(Engbert et al., 2005)과 같은 인지모형들이 소개되었고 복잡한 언어 처리를 현상을 설명하려는 시도가 있었다. 그러나 눈의 움직임과 주의의 이동을 중심으로 글을 읽는데 나타나는 많은 현상을 설명하려다보니 모형이 복잡하고 대표적인 현상의 설명을 못하는 한계점을 갖는다. 본 연구는 단어 명명 과제에서 나타나는 단어 성질에 따른 단어 처리 과정을 설명할 수 있는 간결하면서 현상을 예측 가능한 모형으로 분석

을 시도했다.

Ratcliff의 확산모형(diffusion model)은 정보를 점진적으로 수집하고 이를 바탕으로 결정을 내리는 과정인 순차적 샘플링 모형(sequential sampling model)의 하나이다. Ratcliff의 확산모형은 의사결정 과정을 설명하는 모형으로, 정보가 확률적으로 수집되며 의사결정 경계선에 도달할 때까지 점진적으로 누적된다. 이 과정은 소음(noise)이 섞인 짧고 불연속적인 무작위 걷기(random walk)로 가정되며, 연속적인 무작위 걷기(continuous random walk)를 통해 정보 처리 과정을 설명한다(Ratcliff, 1978; 1988; 2002; Ratcliff & McKoon, 2008).

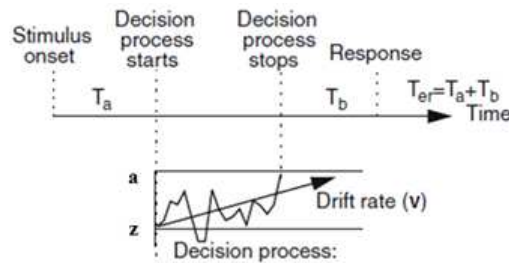


(그림 1) 이중경계 확산모형(Ratcliff & McKoon, 2008)

Ratcliff가 소개한 확산모형은 이중경계 확산모형(two boundary diffusion model)으로 두 가지 선택 사이 의사결정 과정을 묘사한다(그림 1). Ratcliff의 확산모형의 중요한 특징은 선택적 가설(selective assumption)이다. 이는 의사결정과정에서 나타나는 현상에 대한 모형의 파라미터들이 있고, 이 파라미터의 값이 자극의 난이도나 주의 정도, 자극의 제시 비율 등의 실험 변인들이 조정되었을 때 반응시간에 미치는 영향을 설명하고 예측할 수 있다는 것이다(Ratcliff, 2001; Ratcliff & McKoon, 2008). 또한 확산모형은 파라미터마다 변산도를 가정하여 기본 파라미터 네 가지와 확산에서 퍼짐을 가정한 파라미터들, 그리고 무작위 소음(random noise) 파라미터가 있다. 기본 파라미터는 시행마다 어디서 시작하는 지를 나타내는 시작점(z; starting point), 얼마나 빠르게 가는 지를 나타내는 정보표집율(v ; drift rate), 어디까지 도달하는지를 나타내는 경계선(a; boundary), 결정되지 않은 시간을 나타내는 비결정과정 시간(T_{er} ; non decision time)이 있다. 비결정과정 시간(T_{er}) 파라미터는 의사결정과정을 반영하기 위해 정보입력(encoding)과 실행(execution)을 가정하고 이 부분을 고정(uniform)으로 처리했다. 또한 Ratcliff는 의사결정과정에서도 정보가 누적될 때 전반적인 추세인 정보표집율이 있고, 전반적인 패턴 없이 그저 퍼져나가는 내적변인(s^2 ; variance of drift)이 존재한다고 가정한다. Ratcliff가 제안한 확산모형에서 이 내적변인은 0.1로 고정한다(Ratcliff, 2008).

단어 명명 과제로부터 얻은 자료를 확산모형으로 분석하여 언어 처리 과정을 이해하려는 여러 시도들이 있다. Ratcliff와 McKoon(2008)은 단어 처리 과정에서 직접 경로와 간접 경로의 상호

작용을 고려하고 단어 명명 과제를 통해 얻은 반응 시간 자료를 확산모형으로 분석하였다. Balota와 Yap(2011)은 단어 명명 과제를 통해 얻은 자료를 확산모형으로 분석하여 단어 빈도, 길이, 친숙도 등이 단어 처리 속도에 미치는 영향을 설명하고자 하였다. Ratcliff의 확산모형은 이중 경계 확산모형으로 파라미터가 많기 때문에 참가자가 특정 단어의 명명 속도가 문맥에 따라 달라질 수 있는 경우 등과 같이 다양한 현상에 대한 설명을 할 수 있다. 그러나 다양한 현상을 설명할 수 있다는 모형의 장점은 모형이 그만큼 복잡하다는 단점일 수 있다(고성룡, 주혜리, 이다정, 2020; 주혜리와 고성룡, 2020; 2021). 즉 파라미터 수가 많을수록 모형의 적합도는 증가할 수 있으나 모형의 일반화는 어려울 수 있고(Akaike, 1974; Schwarz, 1978), 파라미터 추정 시에도 더 많은 계산량이 요구된다. 주혜리와 고성룡(2021)이 제안한 단일경계 확산모형은 Ratcliff의 확산모형을 바탕으로 복잡한 글 읽기 현상을 설명하기 위해 간결하게 수정한 인지모형이다.



(그림 2) 단일경계 확산모형(주혜리와 고성룡, 2021)

주혜리와 고성룡(2021)이 제안한 단일경계 확산모형은 Ratcliff의 확산모형보다 간결한 확산모형으로 우리가 내적 소음(internal noise) 속에서 정보를 식별하고 축적하여 언어 처리를 한다고 가정한다. 단일경계 확산모형은 언어 처리에 필요하고 한 시행마다의 현상을 설명하기 위한 최소한의 파라미터 z (시작점), a (경계선), v (정보표집율), T_{er} (비결정과정의 시간)과 무작위 소음(random noise)만을 가정한다(그림 2). 주혜리와 고성룡(2020, 2021)은 글 읽기에서 하나의 시선의 고정 이동약(saccade)을 하기 까지를 하나의 의사결정과정으로 가정하여 단일경계 확산모형으로 글 읽기 중심과 처리에서 단어 빈도나 단어 습득연령과 같은 단어 성질에 따른 차이가 정보표집율 파라미터로 설명할 수 있고 중심과 주변 정보처리를 시작점 파라미터로 설명할 수 있음을 보여주었다. 또한 단일경계 확산모형을 통해 현상을 설명할 뿐만 아니라 현상을 예측 가능할 수 있다는 것을 보여주었다. 단일경계 확산모형은 Ratcliff의 확산모형보다 복잡하지 않고 간결하여 현상을 설명하고 이해하기 쉽다. 단일 경계이기 때문에 더 직관적이고 단어 명명 과제에서의 응답 결정을 더 쉽게 해석할 수 있다. 또한 단어 명명 과제는 참여자들이 일관된 기준으로 단어를 명명하는 과제이기 때문에 경계가 하나인 모형으로 분석하기 적합하다. 본 연구에서는 읽기의 가장 기본이 되는 주어진 단어를 인식해서 정보를 누적하여 음운 정보(phonological code)를 만드는데 그

과정에서 단어 빈도가 영향 미치는지를 알아보고자 단어 명명 과제를 통해 실험했다. 실험으로 수집된 반응시간 자료를 단일경계 확산모형으로 분석하여 모형의 정보표집을 파라미터가 단어 빈도 효과를 설명할 수 있는지 확인하고 그 결과를 통해 언어 처리 과정을 예측하고 언어 능력을 평가할 수 있는 도구로써의 가능성을 확인하고자 했다.

실 험

방 법

참가자

서울시 소재 대학 재학 중인 20대 50명(만20-28세)이다. 참가자는 한국어 모국어 화자이며 컴퓨터 화면에 제시된 문장 읽기에 불편함이 없는 교정시력(1.0이상)을 가졌다.

도구

실험에서는 E-Prime 2.0을 사용하여 실험 참가자의 단어 명명 과제 반응시간을 측정하였다. E-Prime은 단어 명명 과제와 어휘판단과제를 손 쉽게 구성할 수 있고, EEG와 같은 뇌영상실험을 위한 자극을 만드는데도 사용할 수 있다. 자극은 19인치 모니터에 해상도 1024 X 768, 주사율 85Hz로 제시 되었다. 눈과 화면 사이의 거리는 약 70cm이었다. 단어는 맑은 고딕 글꼴로 모니터 중앙에 표시되었다. 글자 크기는 50pt이었고 배경색은 흰색, 글자색은 검정색이었다. 정확하고 정밀한 반응 시간을 수집하기 위해 반응 상자(response box)를 사용하였다. 반응 상자는 인지심리학, 신경과학, 행동심리학 등 다양한 연구 분야에서 실험 참가자의 반응 시간을 ms 단위로 측정하기 위한 장비로 본 실험에서는 반응 상자에 음성녹음 전용 마이크를 연결하여 실험했다. 참가자들은 자연스러운 환경에서 양쪽 눈을 모두 사용하여 단어를 소리 내어 읽었다. 실험을 통해 얻은 모든 데이터는 E-Prime Merge 기능을 통해 정리하고 개인별, 조건 별 평균 자료를 얻었다. 분석 도구였던 단일경계 확산모형 프로그램은 서울대학교 심리학과 홈페이지 <http://psych.snu.ac.kr/SNUDM> 에서 다운받아 사용했다(고성룡, 주혜리, 이다정, 2020; 주혜리와 고성룡, 2020; 2021).

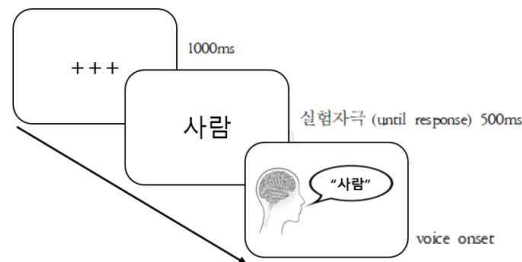
자극

실험 자극은 2음절 명사 150쌍이 사용되었다(부록1). 고려대학교 코퍼스(Kang & Kim, 2004)를 참고하여 고빈도 조건(빈도 5500이상) 150개 단어와 저빈도 조건(빈도 95이하) 150개 단어를 선별하였고 조건별로 역균등화 제시하였고 각 참가자에게 150개 단어가 제시되었다. 외래어, 준말, 수식어+명사, 단위, 종교어, 고유명사는 단어 선별에서 제외시켰다.

절차

실험은 한명씩 진행했다. 참가자는 지시문을 읽고, 동의서를 작성한 후 단어 명명 과제 실험 대해 간략하게 소개받았다. 연습시행은 6단어, 본 시행은 150개 단어로 구성되었고 총 실험 시간은 총 15-20분 정도 소요되었다.

각 시행은 다음과 같이 구성되었다. 시행이 시작되면 화면 중앙에 +++표시의 고정점이 1000ms 동안 제시된다. 참가자는 고정점을 바라보다가 단어가 제시되면 500ms 이내에 단어를 소리 내어 읽도록 지시받았다. 반응 상자가 응답을 감지한 후에 자극 단어는 화면에서 지워지고, 다음 시행으로 넘어가도록 했다. 반응시간은 자극 단어가 제시된 시점부터 VOT(voice onset time) 까지로 측정되고 참가자가 소리 낸 모든 시행은 녹음하였다(그림 3). 모든 시행은 실험자극이 제시되고 3초 동안 반응이 없는 경우, 자동으로 다음 시행으로 넘어가도록 했다.



(그림 3) 단어 명명 과제 자극 제시 절차

결 과

단어 명명 시간 분석

실험 중 오류가 생긴 참가자 한 명을 제외한 50명의 자료가 분석에 사용되었다. 모든 참가자

는 조건별 역균등화된 300개 단어에 대해 모두 반응했고 모든 반응 시간이 기록되었으나 실험 자극에 대한 반응 여부를 확인할 필요가 있었다. 기록 데이터와 녹음된 음성 자료를 비교하여, 실험 자극으로 주어진 2음절 단어를 주어진 시간 내 발음하지 않는 시행은 분석에서 제외시켰다. 개인별 반응시간 평균은 부록 2에 제시하여고 조건 별 반응시간 평균과 표준 편차는 아래의 표 1에 제시하였다.

표 1. 조건 별 반응시간 평균(ms) 및 표준편차(괄호 안)

조건	반응시간
고빈도 단어	433(60)
저빈도 단어	440(62)

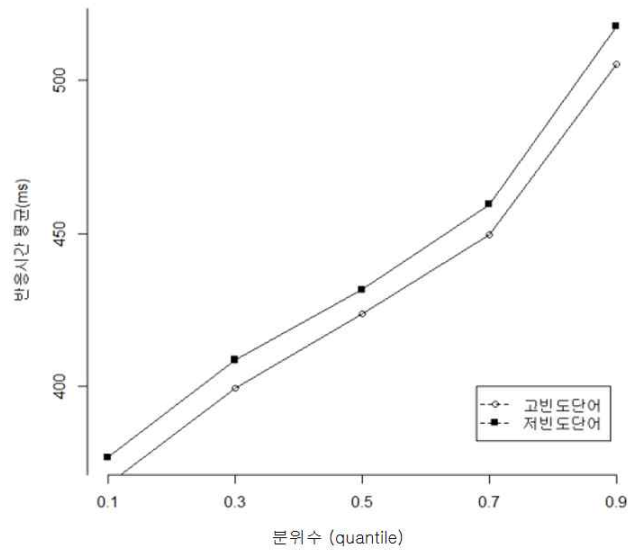
단어 명명 과제 반응시간은 고빈도 조건이 저빈도 조건보다 더 빨리 읽었다. 고빈도 조건과 저빈도 조건에서 반응시간을 분석 결과, 단어 명명 과제에서 단어 빈도 효과를 볼 수 있었다. $b = 7.95$, $SE = 2.35$, $t = 3.39$, $p = 0.018$. 유의확률을 나타내는 pMCMC의 값이 세 경우 모두 0.05 이하로, 95% 유의수준에서 이 차이들이 모두 유의한 것으로 나타났다. 다시 말해서, 단어 명명 과제에서도 더 자주 쓰이는 단어가 덜 쓰이는 단어보다 더 빨리 발음하고, 단어의 빈도는 글 읽기뿐만 아니라 발음을 하는데도 중요한 변인임을 확인하였다.

분위수 구간의 빈도 분포와 단일경계 확산모형 파라미터 추정

단어 명명 과제를 통해 얻은 반응시간 자료를 이용하여 단일경계 확산모형의 파라미터를 분석했다. 이를 위해 먼저, 부록 3과 같이 참가자들의 개별 분위수(quantile) 0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9에 해당하는 반응시간을 구하고, 모든 참가자의 분위수에 따른 평균 반응시간을 그림 4에 시각화했다. 또한, 이 분위수를 기준으로 반응시간 자료를 6개의 구역(bin)으로 나누어 확산모형 프로그램 입력 자료로 준비했다.

단일경계 확산모형 프로그램에 준비된 자료를 입력하고 조건별 정보표집율만 비교하도록 설정하여 실행시키면 최적화 방법인 Nelder-Mead 단순도형(Simplex) 방법(Nelder & Mead, 1965; Luersen, M. A., et al., 2003)을 통해 개인별 각 파라미터들의 최적 값과 카이제곱 값 자료를 얻을 수 있었다(부록 4). 그 조건별 평균 값과 표준편차 값은 표 2에 제시되었다.

단어 명명 과제를 통해 얻은 반응 시간의 값을 단일경계 확산모형을 통해 적합도를 구한 개인별 결과의 반응시간 평균과 표준편차 값에서 볼 수 있듯이 고빈도 조건과 저빈도 조건에서의 정보표집율은 뚜렷한 차이가 나타난다. 이는 단어 명명 과제에서 나타나는 단어 빈도 효과가 단일경계 확산모형 정보표집율 파라미터의 차이로 설명할 수 있음을 보여준다($t(49) =$



(그림 4) 분위수에 따른 단어빈도 조건별 평균 반응시간

<표 2> 반응시간 자료를 단일경계 확산모형을 통해 분석한 평균 값과 표준편차

	χ^2 (Chi-square)	a	z	Ter	v1 고빈도	v2 저빈도
평균(Mean)	16.5	0.1517	0.0720	0.3021	0.6461	0.6073
표준편차(SD)	8.2419	0.0393	0.0406	0.0372	0.1328	0.1115

6.0643, $p < .01$).

논 의

이 연구는 이중 경로 가설과 단어의 빈도가 높을수록 단어 명명 잠재기가 줄어든다는 선행연구를 바탕으로 단어 명명 과제 실험을 통해 단어 빈도 효과를 관찰했다. 또한 단어 명명 과제의 반응시간 결과를 단일경계 확산모형으로 분석하여 정보표집을 파라미터가 단어 빈도 효과를 설명할 수 있음을 확인했다. 본 실험의 결과는 이중경계 확산모형으로 분석한 선행 연구 결과 (Ratcliff, Gomez, & McKoon, 2004)와 일치하며 단일경계 확산모형의 정보표집을 파라미터가 단어 명명 과제에서 나타나는 개인의 단어 처리 과정을 설명해 줄 수 있는 도구임을 보여주었다. 또한 단일경계 확산모형의 결과는 단어 명명 과제에서 빈도 효과는 파라미터의 변산도 가정에 따라 달라지지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 탐색 분석으로 정보표집율과 비결정 시간의 시행

간 변산도를 가정한 단일경계 확산모형(Ratcliff & Van Dongen, 2011)으로도 실험을 통해 얻은 자료를 분석해 보았고, 그 결과 이 연구 결과와 일관되게 단어의 빈도가 단일경계 확산모형의 정보표집을 파라미터의 차이로 나타냈다.

주혜리와 고성룡(2021)이 소개한 단일경계 확산 모형은 안구운동 추적 문장 실험을 통해 눈의 중심와 정보처리에서 단어 빈도와 단어 습득 연령과 같은 단어 성질의 차이를 정보표집을 파라미터의 차이로 설명할 수 있고 중심와주변 정보처리에서 중심와주변 정보의 차이를 시작점 파라미터의 차이로 설명할 수 있음을 보여주었다(주혜리와 고성룡, 2020, 2021). 이 연구는 단어 명명 과제에서 단어의 빈도에 따른 반응 시간의 차이도 단일경계 확산모형의 정보표집을 파라미터의 차이로 보여줌으로써 단일경계 확산모형이 복잡한 언어 처리 과정에서 단어 성질과 같은 다양한 요인이 어떻게 인지적 처리에 영향을 미치는지를 이해하는 데 도움을 줄 수 있는 도구임을 재확인하였다. 나아가 단일경계 확산모형을 개인의 언어 능력을 측정하는 도구로의 가능성을 제안한다. Seidenberg와 McClelland(1989)는 단어 인식 과정에서 직접 경로와 간접 경로가 어떻게 상호작용하며, 이 과정이 시간적으로 어떻게 분포되는지를 설명한다. 단어 명명 과제는 참가자들이 단어를 얼마나 정확하게 인식하고 명명하는지를 측정하고, 안구운동 추적 문장 읽기 실험은 문장을 읽는 동안 어떻게 단어를 인식하고 처리하는지를 실시간으로 눈의 움직임 추적하여 고정 시간(fixation time)을 수집한다. 단어 명명 과제는 이중 경로 가설에서 직접 경로를 주로 사용하여 단어 처리 과정을 하며 안구운동 추적 문장 읽기 실험은 문맥적 정보나 문법적 규칙을 활용하여 언어 처리 과정을 반영하기 때문에 간접 경로를 사용할 가능성이 크다. 그러므로 개인의 단어 명명 과제 결과 자료와 안구운동 추적 문장 읽기 실험 결과 자료를 통해 얻은 데이터를 단일경계 확산모형으로 분석한다면, 개인의 언어 처리 능력을 측정하는 도구가 될 뿐만 아니라 언어 처리 과정에서 나타나는 현상에 대한 문제를 예측할 수 있는 도구로 활용할 수도 있을 것이다.

마지막으로 앞으로의 연구와 관련하여 본 연구의 제한점과 개선점을 제시한다. 이 연구에서 사용된 단일경계 확산모형(주혜리와 고성룡, 2020; 2021)은 Ratcliff의 확산모형(1978)과 마찬가지로 소음(noise)이 정규분포를 따른다고 가정한다. Voss 등 (2019)은 확산모형에서 가정하는 소음의 분포를 변형한 Cauchy Flight 모형, Levy-Flight 모형을 정규분포를 가정하는 기존의 확산모형과 비교하고, Levy-Flight 모형이 기존의 모형에 비해 자료를 더 잘 설명할 수 있음을 보였다. 이는 다양한 분포를 가정한 모형을 사용하여 단어 명명 과제의 자료를 분석하고, 이 연구에서 사용된 모형보다 자료를 더 잘 설명할 수 있는 모형이 있는지 확인해야 할 필요성을 제기한다. 선행연구와 마찬가지로 단어 명명 과제가 정규분포를 가정한 확산모형보다 Levy-Flight 모형에 더 적합한지에 대한 검증이 필요해 보인다. 또한 이 연구에서는 단어 명명 과제에 영향을 미치는 요인 중 하나인 단어의 빈도를 사용하여 실험을 수행하고, 단어의 빈도가 기존의 연구 결과와 마찬가지로 확산모형의 정보표집율과 관련이 있음을 보였다. 따라서 이 연구는 단일경계 확산모형이 명명과제에서 단어 처리 과정을 설명할 수 있는 모형일 가능성을 제시한다는 점에서 의의가 있다.

그러나 단어의 처리는 단어의 빈도뿐만 아니라 철자와 소리의 관계, 단어의 길이, 습득 연령 등에 영향을 받는다. 단일경계 확산모형이 다양한 명명과제의 연구 결과를 예측할 수 있는지 확인할 필요가 있다.

참고문헌

- 고성룡, 주혜리, 이다정 (2020). 확산모형 분석도구: SNUDM, **인지과학**, 31(1), 1-23.
- 고성룡, 홍효진, 윤소정, 조병환 (2008). 우리글 명사 어절에서의 단어 빈도 효과: 안구운동 추적 연구. **한국심리학회지: 실험**, 20(1), 21-37.
- 이광오 (1993). 한글 단어인지과정에서 표기법이 심성어휘집의 구조와 검색에 미치는 영향. **한국심리학회지: 인지 및 생물**, 5, 26-39.
- 이광오 (1995). 자모 대체 수행에 나타난 글자의 내부구조와 음절과의 관계. **한국심리학회지: 인지 및 생물**, 7(1), 57-69.
- 주혜리 (2015). 우리글 읽기에서 나타나는 고정시간 분포에 대한 확산모형 분석, 서울대학 교 박사학위논문.
- 주혜리, 고성룡 (2020). 글읽기에서 나타난 성인과 청소년의 중심와주변 정보처리: 고정시간 분포에 대한 확산모형 분석, **인지과학**, 31(4), 103-136.
- 주혜리, 고성룡 (2021). 우리글 읽기에서 나타난 성인과 청소년의 고정시간 분포분석과 단일경계 확산모형 제안, **인지과학**, 32(1), 1-52.
- Adams, M. J. (1990). *Beginning to read: Thinking and learning about print*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Akaike, H. (1974). A new look at the statistical model identification. *IEEE transaction on automatic control*, 19(6), 716-723.
- Baayen, R. H., Davidson, D. J., & Bates, D. M. (2008). Mixed-effects modeling with crossed random effects for subjects and items. *Journal of Memory and Language*, 59, 390-412.
- Balota, D. A., & Abrams, R. A. (1995). Mental chronometry: Beyond onset latencies in the lexical decision task. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(5), 1289-1302.
- Balota, D. A., & Chumbley, J. I. (1985). The locus of word-frequency effects in the pronunciation task: Lexical access and/or production? *Journal of Memory and Language*, 24(1), 89-106.
- Balota, D. A., Cortese, M. J., Sergent-Marshall, S. D., Spieler, D. H., & Yap, M. J. (2004). Visual Word Recognition of Single-Syllable Words. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(2), 283-316.
- Balota, D. A., Pollatsek, A., & Rayner, K. (1985). The interaction of contextual constraints and parafoveal visual information in reading. *Cognitive Psychology*, 17, 364-390.

- Balota, D. A., & Spieler, D. H. (1999). Word-frequency, repetition, and lexicality effects in word recognition tasks: Beyond measures of central tendency. *Journal of Experimental Psychology: General*, 128, 32-55.
- Balota, D. A., & Yap, M. J. (2011). Moving beyond the mean in studies of mental chronometry: The power of response time distributional analyses. *Current Directions in Psychological Science*, 20(3), 160-166.
- Balota, D., Yap, M. & Cortese, M. (2006). Visual word recognition: the journey from features to meaning (a travel update). In M. Traxler & M. A. Gernsbacher (Eds. Handbook of psycholinguistics (2nd edition).
- Balota, D.A., Yap, M.J., Cortese, M.I, Watson, J.M. (2008). Beyond response latency: An RT distributional analysis of semantic priming. *Journal of Memory & Language* 59, 495-523.
- Bonin, P., Barry, C., Méot, A., & Chalard, M. (2004). The influence of age of acquisition in word reading and other tasks: A never ending story? *Journal of Memory and Language*, 50(4), 456-476.
- Carpenter RHS, McDonald SA. (2006). LATER predicts saccade latency distributions in reading. *Experimental Brain Research* 177, 176-83.
- Coltheart, M., Curtis, B., Atkins, P., & Haller, M. (1993). Models of reading aloud: Dual-route and parallel-distributed-processing approaches. *Psychological Review*, 100(4), 589-608.
- Cortese, M. J., & Khanna, M. M. (2007). Age of acquisition predicts naming and lexical-decision performance above and beyond 22 other predictor variables: An analysis of 2,342 words. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 60(8), 1072-1082
- Daneman, M. (1991). Individual differences in reading skills. In R. Barr, M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.), *Handbook of reading research*, Vol. 2, pp. 512-538). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Ehrlich, S. F., & Rayner, K. (1981). Contextual effects on word recognition and eye movements during reading. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 20, 641-655.
- Engbert, R., Nuthmann, A., Richter, E. M. & Kliegl, R. (2005). SWIFT: A Dynamical Model of Saccade Generation During Reading. *Psychological Review*, 112(4), 777-813.
- Gerhand, S., & Barry, C. (1998). Word frequency effects in oral reading are not merely age-of-acquisition effects in disguise. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 24(2), 267-283.
- Glushko, R. J. (1979). The organization and activation of orthographic knowledge in reading aloud. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5(4), 674-691.
- Jones, M. & Dzhafarov, E.N. (2014). Unfalsifiability and mutual translatability of major modeling schemes for choice reaction time. *Psychology Review*, 121(1), 1-32.
- Juel, C. (1991). Beginning reading. In R. Barr, M. L. Kamil, P. B. Mosenthal, & P. D. Pearson (Eds.),

- Handbook of reading research (pp. 759-788). New York: Longman.
- Juhasz, B.J., & Rayner, K. (2003). Investigating the effects of a set of intercorrelated variables on eye fixation durations in reading. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 29, 1312-1318.
- Lovett, M. W., Warren-Chaplin, P. M., Ransby, M. J., & Borden, S. L. (1990). Training the word recognition skills of reading disabled children: Treatment and transfer effects. *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 769-780.
- Marcel, A. J. (1983). Conscious and unconscious perception: An approach to the relations between phenomenal experience and perceptual processes. *Cognitive Psychology*, 15(2), 238-300.
- Masson, M. E. J. (1995). A distributed memory model of semantic priming. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(1), 3-23.
- McClelland, J. L., & Rumelhart, D. E. (1981). An interactive activation model of context effects in letter perception: I. An account of basic findings. *Psychological Review*, 88(5), 375-407.
- Morrison, C. M. & Ellis, A. W. (1995). Roles of word frequency and age of acquisition in word naming and lexical decision. *Journal of experimental psychology: Learning, Memory and Cognition*, 21(1), 116-133.
- Morrison, C. M., & Ellis, A. W. (2000). Real age of acquisition effects in word naming and lexical decision. *British Journal of Psychology*, 91, 167-180.
- Plaut, D. C., McClelland, J. L., Seidenberg, M. S., & Patterson, K. (1996). Understanding normal and impaired word reading: Computational principles in quasi-regular domains. *Psychological Review*, 103(1), 56-115.
- Pollatsek, A., Reichle, E. D., & Rayner, K. (2006). Tests of the E-Z Reader model: Exploring the interface between cognition and eye-movement control. *Cognitive Psychology*, 52, 1-52.
- Ratcliff, R. (2001). Putting noise into neurophysiological models of simple decision making. *Nature Neuroscience*, 4, 336.
- Ratcliff, R. (2001). Diffusion and random walk processes. *International encyclopedia of the social and behavioral sciences*, Oxford, England: Elsevier, 6, 3668-3673.
- Ratcliff, R., Gomez, P., & McKoon, G. (2004). A diffusion model account of the lexical decision task. *Psychological Review*, 111(1), 159-182
- Ratcliff, R. & McKoon, G. (2008). The diffusion decision model: Theory and data for two-choice decision tasks. *Neural Computation*, 20, 873-922.
- Ratcliff, R. & Strayer, D. (2013). Modeling simple driving tasks with a one boundary diffusion model. *Psychonomic bulletin & review*, 21(3), 577-589.
- Ratcliff, R. & Van Dongen, H.P.A. (2011). A diffusion model for one choice reaction time tasks and the

- cognitive effects of sleep deprivation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 11285-11290.
- Rayner, K. (1978). Eye movements in reading and information processing. *Psychological Bulletin*, 85(3), 618-660.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422.
- Rayner, K., & McConkie, G. W. (1976). What guides a reader's eye movements? *Vision Research*, 16(8), 829-837.
- Seidenberg, M. S. and McClelland, J. L. (1989). A distributed, developmental Model of word recognition and naming. *Psychological Review*, 96, 523-568.
- Schwarz, G. (1978). Estimating the dimension of a model. *The annals of statistics*, 461-464.
- Spieler, D. H., & Balota, D. A. (1997). Bringing computational models of word naming down to the item level. *Psychological Science*, 8(6), 411-416.
- Stanovich, K. E. (1986). Matthew effects in reading: Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy. *Reading Research Quarterly*, 21(4), 360-407.
- Stanovich, K. E. (1991). Changing models of reading and reading acquisition. In L. Rieben & C. A. Perfetti (Eds.), *Learning to read: Basic research and its implications* (pp. 19-31). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Staub, A., White, S. J., Drieghe, D., Hollway, E. C., & Rayner, K. (2010). Distributional effects of word frequency on eye fixation durations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 36, 1280-1293.
- Stone, G. O., Vanhoy, M., & Van Orden, G. C. (1997). Perception is a two-way street: Feedforward and feedback phonology in visual word recognition. *Journal of Memory and Language*, 36(3), 337-359.
- Taraban, R., & McClelland, J. L. (1987). Conspiracy effects in word pronunciation. *Journal of Memory and Language*, 26(6), 608-631.
- Van Orden, G. C., & Goldinger, S. D. (1994). Interdependence of form and function in cognitive systems explains perception of printed words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(6), 1269-1291.
- Ziegler, J. C., Montant, M., & Jacobs, A. M. (1997). The feedback consistency effect in lexical decision and naming. *Journal of Memory and Language*, 37(4), 533-554.

1차 원고 접수: 2024. 05. 26

1차 심사 완료: 2024. 07. 12

2차 원고 접수: 2024. 07. 14

주혜리 · 이다정 · 고성룡 / 단어 명명 과제에서 나타난 빈도 효과: 단어처리 인지모형 분석

2차 심사 완료: 2024. 08. 02

2차 원고 접수: 2024. 07. 14

2차 심사 완료: 2024. 08. 02

3차 원고 접수: 2024. 08. 03

3차 심사 완료: 2024. 08. 19

4차 원고 접수: 2024. 08. 19

4차 심사 완료: 2024. 08. 28

최종 게재 확정: 2024. 08. 28

(Abstract)

Word Frequency Effect in Word Naming Tasks: An Analysis of Cognitive Model of Word Processing

Choo, Hyeree¹⁾ Lee, Dajung²⁾ Koh, Sungryong¹⁾²⁾

¹⁾Interdisciplinary Program in Cognitive Science, Seoul National University

²⁾Department of Psychology, Seoul National University

This study aimed to examine the effect of word frequency on word naming responses based on the dual route hypothesis and prior research indicating that higher word frequency leads to faster word naming reactions. First, the effect of word frequency was observed through a word naming task. Additionally, this study utilized the one boundary diffusion model introduced by Choo and Koh (2021) to analyze the data obtained from the word naming task, with the objective of examining the relationship between the model's specific parameters and the observed effects. Experimental results indicated that responses were faster for high frequency words compared to low frequency words. Analysis of the distribution of data obtained from the word naming task, when fitted to the one boundary diffusion model, revealed that differences in word frequency could be accounted for by variations in the drift rate parameter. The findings reaffirm that the one boundary diffusion model can effectively explain the word processing mechanisms in the word naming task through the drift rate parameter. Furthermore, the model proves to be a valuable tool for describing language processing phenomena and predicting individual differences in language processing abilities, regardless of the assumptions related to two boundary models or parameter variability.

Key words : word processing, word naming task, one boundary diffusion model, diffusion model, cognitive model

부록 1. 실험 자극

고빈도	저빈도	고빈도	저빈도
사람	서신	작품	논평
소리	석고	전화	도난
생각	왕관	현실	맹인
자신	육아	행동	방중
얼굴	은퇴	경제	부적
여자	음계	과정	상술
문제	응석	의식	서약
마음	흡연	노인	수의
사회	과로	하루	월세
사실	미각	당시	진공
아이	미로	사상	채집
인간	민원	눈물	책망
시간	시속	가족	합장
경우	실기	존재	해삼
나라	작동	노래	홈집
자리	제보	다리	기절
생활	추적	종교	냉정
오늘	다과	상태	누에
정도	대여	저녁	독주
모습	서면	개인	문맹
세상	심증	말씀	분모
머리	우화	자식	사심
모양	채색	주인	장담
세계	탓줄	모두	체휴
서울	하객	가지	주책
학교	해발	얼마	직급
관계	호출	회사	환청
가슴	환호	태도	황사
방법	관람	연구	기부

부록 1. 실험 자극

(계속 1)

고빈도	저빈도	고빈도	저빈도
얘기	묘소	그림	내역
지금	분색	나이	동냥
친구	복어	지방	사본
정신	삼화	바다	송편
남자	압수	목적	애수
역사	양력	현재	유목
아내	유죄	여인	윤회
교육	지양	담배	자책
이상	향후	죽음	장독
이름	고궁	동시	전속
학생	난민	웃음	절기
정치	논제	자연	절단
고개	명암	대상	중시
문화	악담	조직	체결
하늘	잡복	행위	총애
바람	차단	도시	특기
사랑	퇴비	동네	하체
마을	특허	전쟁	혼선
혼자	합판	전체	군가
선생	후각	느낌	목련
엄마	계략	관심	입성
아침	단축	현상	증서
시대	등교	제도	찬장
거리	예식	부분	청혼
이유	문어	교수	총력
사내	상어	이론	취침
의미	참사	변화	친교
아들	해적	의사	해장
운동	화덕	철학	화환
순간	꿀벌	소설	회비

부록 1. 실험 자극

(계속 2)

고빈도	저빈도	고빈도	저빈도
표정	매화	옛날	규명
내용	반전	입장	냉동
정부	산출	녀석	맷돌
나무	송금	시장	물개
남편	원본	감정	미행
국가	중풍	청년	백마
신문	효능	편지	백합
대학	독창	성격	상책
결과	습도	현대	생태
문학	승락	활동	여백
자유	육교	중심	장농
민족	음반	상황	진급
사건	치약	가치	팽이
국민	환기	생명	학회
필요	공룡	계획	배웅
기분	냉면	사람	보온

부록 2. 개인 별 반응시간 평균(ms)

Subject	High	Low
1	344.38963	323.05753
2	307.85053	308.96011
3	284.94590	297.43965
4	300.89161	309.26351
5	311.53477	298.94485
6	296.90951	31685778
7	281.85965	280.96057
8	308.66738	321.52475
9	295.78473	321.60659
10	295.38653	289.57085
11	309.03577	287.90153
13	328.41299	328.61605
14	264.65068	250.57316
15	316.02781	301.88483
16	426.80345	436.30871
17	357.85821	337.54287
18	320.30903	321.73159
19	348.02876	359.29887
20	331.36015	350.82053
21	318.97855	326.61775
22	364.81309	370.70482
23	362.32999	363.67641
24	379.42550	369.10741
25	345.96478	325.72577
26	360.58019	346.27651
27	334.15069	356.10525
28	320.66322	311.45611
29	346.73711	337.21831
30	301.91063	298.53104

부록 2. 개인 별 반응시간 평균(ms)

(계속)

Subject	High	Low
31	349.95716	313.09999
32	319.20701	332.01750
33	298.82929	280.40663
34	251.27315	270.93839
35	334.53113	352.50639
36	295.08350	284.34097
37	311.66062	297.37815
38	281.29269	293.69145
39	377.36333	354.30979
40	348.05436	339.11177
41	347.17657	336.96011
42	351.17725	338.19135
43	308.91297	297.83211
44	302.34567	304.70359
45	254.15153	252.97315
46	317.12516	307.63406
47	309.50051	316.12954
48	346.32661	352.71116
49	318.00424	324.44823
50	323.72475	328.80486

부록 3. 조건에 따른 개인별 반응시간 분위수 자료

자료의 각 열은 순서대로 참여자 번호, 반응, 실험 조건, 0.1 분위수, 0.3 분위수, 0.5 분위수, 0.7 분위수, 0.9 분위수, 자료 수, 평균, 표준편차, 반응 비율을 나타낸다.

1 High	1	0.426	0.4816	0.526	0.5709	0.6879	148	0.55	0.021	1
1 Low	1	0.4312	0.4936	0.537	0.6142	0.8162	149	0.58	0.018	1
2 High	1	0.3749	0.4037	0.446	0.484	0.594	150	0.46	0.009	1
2 Low	1	0.38	0.4145	0.45	0.4885	0.597	146	0.47	0.008	1
3 High	1	0.348	0.37	0.392	0.407	0.4391	150	0.39	0.001	1
3 Low	1	0.3568	0.383	0.398	0.4113	0.4452	150	0.4	0.002	1
4 High	1	0.431	0.474	0.5115	0.553	0.6979	150	0.54	0.012	1
4 Low	1	0.4394	0.482	0.507	0.5822	0.6898	149	0.55	0.014	1
5 High	1	0.3507	0.3921	0.4135	0.434	0.4995	148	0.42	0.004	1
5 Low	1	0.3718	0.3994	0.419	0.446	0.4956	149	0.42	0.004	1
6 High	1	0.3508	0.376	0.3905	0.402	0.433	150	0.39	0.001	1
6 Low	1	0.3636	0.3924	0.4095	0.4263	0.4533	150	0.41	0.002	1
7 High	1	0.3528	0.385	0.399	0.4143	0.4541	150	0.4	0.002	1
7 Low	1	0.3699	0.3937	0.409	0.429	0.4711	150	0.41	0.002	1
8 High	1	0.3629	0.396	0.418	0.445	0.4853	150	0.43	0.003	1
8 Low	1	0.3756	0.4047	0.4285	0.4563	0.4989	150	0.43	0.004	1
9 High	1	0.4229	0.4467	0.473	0.509	0.5892	150	0.49	0.005	1
9 Low	1	0.4106	0.4494	0.479	0.5042	0.5572	149	0.48	0.005	1
10 High	1	0.3158	0.3402	0.356	0.372	0.4046	145	0.36	0.002	1
10 Low	1	0.3234	0.35	0.373	0.389	0.4182	145	0.37	0.002	1
11 High	1	0.362	0.3857	0.403	0.42	0.452	150	0.41	0.002	1
11 Low	1	0.3688	0.39	0.4005	0.422	0.4595	150	0.41	0.002	1
13 High	1	0.384	0.4167	0.446	0.4649	0.5301	150	0.45	0.005	1
13 Low	1	0.4056	0.4346	0.459	0.4836	0.5672	149	0.48	0.006	1
14 High	1	0.4205	0.449	0.4655	0.4955	0.5283	150	0.47	0.003	1
14 Low	1	0.4389	0.467	0.488	0.514	0.5493	150	0.49	0.003	1
15 High	1	0.3642	0.3874	0.401	0.417	0.4582	149	0.41	0.002	1
15 Low	1	0.3708	0.392	0.409	0.431	0.474	149	0.42	0.002	1
16 High	1	0.3888	0.4331	0.458	0.487	0.5609	148	0.47	0.006	1

주혜리 · 이다정 · 고성룡 / 단어 명명 과제에서 나타난 빈도 효과: 단어처리 인지모형 분석

16	Low	1	0.4087	0.4337	0.456	0.4853	0.5929	150	0.48	0.006	1
17	High	1	0.3636	0.3904	0.409	0.425	0.4544	149	0.41	0.002	1
17	Low	1	0.3704	0.394	0.411	0.429	0.4771	150	0.41	0.003	1
18	High	1	0.3066	0.331	0.345	0.368	0.404	149	0.35	0.002	1
18	Low	1	0.304	0.3377	0.3555	0.3726	0.406	150	0.35	0.002	1
19	High	1	0.3469	0.3737	0.399	0.4193	0.4576	150	0.4	0.004	1
19	Low	1	0.349	0.378	0.394	0.413	0.446	149	0.4	0.002	1
20	High	1	0.357	0.376	0.391	0.404	0.4331	150	0.39	0.002	1
20	Low	1	0.362	0.3827	0.3975	0.4153	0.4372	150	0.4	0.002	1
21	High	1	0.3279	0.3527	0.374	0.3936	0.4371	150	0.38	0.002	1
21	Low	1	0.342	0.3657	0.389	0.4086	0.4474	150	0.39	0.002	1
22	High	1	0.3467	0.3797	0.403	0.4283	0.4852	150	0.41	0.004	1
22	Low	1	0.3499	0.3847	0.4095	0.4449	0.5292	150	0.43	0.006	1
23	High	1	0.3477	0.3697	0.391	0.424	0.542	150	0.43	0.03	1
23	Low	1	0.3458	0.374	0.407	0.4466	0.5632	150	0.43	0.007	1
24	High	1	0.3726	0.397	0.423	0.447	0.4832	149	0.43	0.003	1
24	Low	1	0.3888	0.419	0.437	0.4652	0.5042	149	0.45	0.003	1
25	High	1	0.332	0.3604	0.39	0.4156	0.5024	149	0.4	0.005	1
25	Low	1	0.3338	0.3684	0.387	0.419	0.4852	149	0.4	0.005	1
26	High	1	0.4406	0.4742	0.504	0.5376	0.6722	149	0.55	0.047	1
26	Low	1	0.443	0.484	0.513	0.551	0.687	149	0.55	0.031	1
27	High	1	0.4536	0.5514	0.626	0.6726	0.7666	149	0.61	0.016	1
27	Low	1	0.4898	0.5888	0.643	0.6976	0.7708	149	0.64	0.014	1
28	High	1	0.434	0.461	0.4775	0.5165	0.6171	148	0.52	0.021	1
28	Low	1	0.431	0.468	0.4885	0.5175	0.64	150	0.51	0.011	1
29	High	1	0.35	0.3917	0.4275	0.468	0.5616	150	0.44	0.007	1
29	Low	1	0.3699	0.3947	0.4175	0.4516	0.5302	150	0.44	0.005	1
30	High	1	0.3617	0.4	0.429	0.458	0.5232	150	0.44	0.005	1
30	Low	1	0.3769	0.418	0.452	0.4723	0.5167	150	0.45	0.004	1
31	High	1	0.372	0.3977	0.417	0.439	0.4691	150	0.42	0.002	1
31	Low	1	0.385	0.409	0.423	0.452	0.4969	150	0.44	0.004	1
32	High	1	0.3758	0.4061	0.426	0.4513	0.4931	150	0.43	0.003	1
32	Low	1	0.388	0.4194	0.444	0.4673	0.5125	150	0.45	0.003	1
33	High	1	0.3778	0.3987	0.417	0.4333	0.4581	150	0.42	0.002	1
33	Low	1	0.3907	0.4147	0.43	0.448	0.4682	150	0.43	0.002	1

인지과학, 제35권 제4호

34	High	1	0.412	0.4574	0.507	0.54	0.6368	149	0.52	0.018	1
34	Low	1	0.4248	0.485	0.524	0.5822	0.6992	149	0.54	0.014	1
35	High	1	0.4109	0.4437	0.4675	0.4903	0.5401	150	0.47	0.004	1
35	Low	1	0.4279	0.447	0.4715	0.499	0.5522	148	0.48	0.004	1
36	High	1	0.358	0.381	0.3975	0.4233	0.4603	150	0.41	0.004	1
36	Low	1	0.3619	0.3857	0.406	0.427	0.4733	150	0.42	0.003	1
37	High	1	0.405	0.44	0.476	0.5209	0.5878	148	0.49	0.007	1
37	Low	1	0.4069	0.4507	0.483	0.5146	0.5673	150	0.49	0.005	1
38	High	1	0.3138	0.3457	0.362	0.385	0.4169	150	0.36	0.002	1
38	Low	1	0.3168	0.353	0.376	0.403	0.4452	149	0.38	0.003	1
39	High	1	0.3499	0.364	0.377	0.394	0.4281	150	0.38	0.001	1
39	Low	1	0.357	0.3787	0.389	0.4063	0.4342	150	0.39	0.001	1
40	High	1	0.369	0.396	0.419	0.4476	0.4951	150	0.42	0.003	1
40	Low	1	0.362	0.3954	0.42	0.452	0.4792	149	0.42	0.003	1
41	High	1	0.3598	0.3807	0.3945	0.4093	0.438	150	0.4	0.001	1
41	Low	1	0.3599	0.377	0.391	0.4093	0.4531	150	0.4	0.008	1
42	High	1	0.3116	0.345	0.364	0.3826	0.407	149	0.36	0.002	1
42	Low	1	0.3097	0.343	0.3645	0.3888	0.4236	148	0.37	0.003	1
43	High	1	0.2988	0.325	0.3435	0.365	0.3911	150	0.34	0.002	1
43	Low	1	0.3099	0.334	0.353	0.37	0.3921	150	0.35	0.002	1
44	High	1	0.379	0.4146	0.432	0.4562	0.4982	147	0.43	0.003	1
44	Low	1	0.3915	0.4215	0.4445	0.461	0.5035	146	0.44	0.003	1
45	High	1	0.389	0.409	0.427	0.4513	0.4834	150	0.44	0.002	1
45	Low	1	0.3956	0.4228	0.446	0.459	0.5082	149	0.45	0.003	1
46	High	1	0.327	0.3597	0.3785	0.3973	0.4271	150	0.38	0.002	1
46	Low	1	0.3408	0.3654	0.381	0.402	0.448	149	0.39	0.002	1
47	High	1	0.3327	0.355	0.3725	0.3953	0.4282	150	0.38	0.002	1
47	Low	1	0.3437	0.3651	0.3845	0.4039	0.4349	148	0.39	0.002	1
48	High	1	0.3041	0.3271	0.3435	0.357	0.378	148	0.34	0.002	1
48	Low	1	0.2964	0.3262	0.34	0.357	0.3858	145	0.34	0.003	1
49	High	1	0.4017	0.4647	0.517	0.5673	0.643	150	0.52	0.01	1
49	Low	1	0.4408	0.4866	0.535	0.5652	0.6352	149	0.54	0.008	1
50	High	1	0.4114	0.4507	0.481	0.536	0.621	150	0.52	0.036	1
50	Low	1	0.409	0.4434	0.471	0.5268	0.6314	149	0.5	0.007	1

부록 4. 반응시간 값을 단일경계 확산모형을 통해 적합도를 구한 개인별 결과

Sub	Chi	a	z	ter	drift (고빈도)	drift (저빈도)
1	6.0000	0.1579	0.0585	0.3049	0.4265	0.3600
2	4.0000	0.1337	0.0525	0.2932	0.4865	0.4730
3	21.0000	0.1795	0.0929	0.2910	0.8477	0.7866
4	15.0000	0.1398	0.0555	0.3450	0.4560	0.4217
5	22.0000	0.1758	0.0861	0.2825	0.6561	0.6092
6	26.0000	0.2332	0.1365	0.2894	0.9216	0.7960
7	28.0000	0.1515	0.0781	0.3053	0.7342	0.6633
8	14.0000	0.1423	0.0710	0.3078	0.5895	0.5662
9	10.0000	0.1313	0.0574	0.3501	0.5431	0.5317
10	13.0000	0.2304	0.1386	0.2530	0.8685	0.7526
11	15.0000	0.1168	0.0664	0.3304	0.6788	0.6632
12	19.0000	0.2138	0.1127	0.3025	0.6963	0.5856
13	15.0000	0.2033	0.1110	0.3547	0.7650	0.6531
14	8.0000	0.1191	0.0624	0.3282	0.6787	0.6639
15	16.0000	0.1313	0.0559	0.3238	0.5270	0.5001
16	15.0000	0.1909	0.1188	0.3134	0.7353	0.6950
17	21.0000	0.1722	0.0977	0.2486	0.7037	0.6706
18	14.0000	0.1743	0.0922	0.2844	0.6846	0.7239
19	16.0000	0.1778	0.1159	0.3174	0.7988	0.7326
20	10.0000	0.1393	0.0576	0.2720	0.7580	0.6731
21	4.0000	0.1497	0.0793	0.2849	0.5514	0.5143
22	11.0000	0.0982	0.0410	0.2937	0.4688	0.4532
23	12.0000	0.0527	-0.0290	0.3157	0.7589	0.6329
24	7.0000	0.1280	0.0612	0.2751	0.5296	0.5430
25	10.0000	0.1927	0.1329	0.3797	0.4141	0.3930
26	32.0000	0.1858	-0.0207	0.2081	0.5048	0.4685
27	22.0000	0.1643	0.1044	0.3774	0.4820	0.4647
28	11.0000	0.1166	0.0393	0.2800	0.4980	0.5421

인지과학, 제35권 제4호

29	23.0000	0.1076	0.0036	0.2720	0.6389	0.5841
30	16.0000	0.1828	0.1099	0.3201	0.6986	0.6326
31	11.0000	0.1150	0.0453	0.3249	0.6170	0.5825
32	41.0000	0.1426	0.0797	0.3363	0.7182	0.6769
33	8.0000	0.0707	-0.0338	0.2972	0.4692	0.4283
34	12.0000	0.1295	0.0652	0.3639	0.5763	0.5582
35	9.0000	0.1148	0.0578	0.3162	0.5837	0.5978
36	9.0000	0.1522	0.0691	0.3261	0.5142	0.5091
37	18.0000	0.1330	0.0551	0.2514	0.6716	0.5978
38	14.0000	0.1500	0.0875	0.3105	0.8324	0.7551
39	18.0000	0.1839	0.0963	0.2921	0.6628	0.6620
40	7.0000	0.1846	0.1288	0.3227	0.7651	0.7320
41	28.0000	0.2026	0.1140	0.2443	0.7347	0.7277
42	29.0000	0.1309	0.0628	0.2505	0.6839	0.6661
43	22.0000	0.2287	0.1375	0.3107	0.7405	0.6561
44	17.0000	0.1112	0.0601	0.3581	0.6843	0.5882
45	19.0000	0.1396	0.0599	0.2668	0.6654	0.6553
46	15.0000	0.1124	0.0504	0.2908	0.6863	0.6619
47	39.0000	0.1711	0.1001	0.2487	0.7043	0.7412
48	23.0000	0.1654	0.0085	0.2436	0.5697	0.5295
49	9.0000	0.1017	0.0341	0.3392	0.3905	0.4713
50	21.0000	0.1512	0.0815	0.3051	0.9351	0.8169